

*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años*

*1999 Al 2013 I*

**ANALISIS DE CLUSTER, PARA LAS HECTAREAS CULTIVADAS DE  
HOJA DE COCA, EN COLOMBIA EN LOS AÑOS 1999 Al 2013**

**GUILLERMO ENRIQUE AMAYA TOVAR**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
ESPECIALIZACIÓN DE ESTADISTICA APLICADA.  
BOGOTÁ  
2018.**

*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 2*

**ANALISIS DE CLUSTER, PARA LAS HECTAREAS CULTIVADAS DE  
HOJA DE COCA, EN COLOMBIA EN LOS AÑOS 1999 Al 2013**

**GUILLERMO ENRIQUE AMAYA TOVAR**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE ESPECIALISTA  
EN ESTADISTICA APLICADA**

**TUTOR  
EDWIN GIRON AMAYA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
ESPECIALIZACIÓN DE ESTADISTICA APLICADA.  
BOGOTÁ  
2018**

*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 3*

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

FIRMA PRESIDENTE DEL JURADO

---

FIRMA JURADO

---

FIRMA JURADO

Bogotá Enero 2018

#### AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por la vida de mis padres Cecilia y Antonio por ser ellos los principales promotores de mis proyectos, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, a las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores, el cuerpo docente y a mi director de trabajo, y aprovecho para aclarar que ellos no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento.

Dedicado a nuestros padres,  
que nos enseñaron la virtud de  
la paciencia, arma para que la  
injusticia no triunfe.

**TABLA DE CONTENIDO**

	<i>Pág.</i>
GLOSARIO	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVO ESPECIFICOS	15
MARCO DE REFERENCIA	15
PLAN COLOMBIA	17
MARCO TEÓRICO	18
MARCO LEGAL	19
MARCO METODOLÓGICO	21
TIPO DE ESTUDIO	21
VARIABLE DE ESTUDIO	22
DISEÑO ESTADISTICO	22
ANÁLISIS DESCRIPTIVO	23
RESULTADO DEL TERCER CLÚSTER	31
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.	32
CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica No 1 Media cultivo de hoja de coca	23
Grafica No 2 Boxplot cultivos de coca	25
Grafica No 3 Boxplot por años	25
Grafica No4 Putumayo clúster	28

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No 1 Estadística básica analizada de acuerdo año	24
Tabla No 2 Resultado del primer clúster	29
Tabla No 3 Resultado del segundo clúster	30
Tabla No 4 Frecuencias Tercer Clúster	31
Tabla No 5 Mapa De Colombia con los clúster	33



**LISTA DE FOTOS**

	<i>Pag</i>
Foto No 1. Representación de los clúster en el mapa de Colombia.	32

## **GLOSARIO**

**Análisis de clúster:** Técnica de estadística multivariate que permite agrupar los datos por su grado de similaridad.

**Método jerárquico:** Técnica que optimiza el número de clúster.

**Método de k medias:** Técnica que distribuye el número de casos a un grupo de clúster.

**Centroides:** Es la distancia optima entre las observaciones que son similares, por la cual se crea el clúster.

**Distancia euclidiana:** Distancia cartesiana que se calcula con el teorema de Pitágoras, o con la geometría euclidea o normal.

**Componentes Principales:** El objetivo del análisis de componentes principales es poder explicar la máxima cantidad de varianza de un conjunto de datos, en el menor número de componentes principales o factores.

**Métodos Aglomerativos:** Considera tantos grupos como individuos y sucesivamente va agrupando los dos grupos más similares.

**Método divisivo:** Parte de un solo grupo formado por todos los individuos y en cada etapa aparta los individuos y así, forma los nuevos grupos.

**Métodos Jerárquicos:** Los individuos no se particionan en el clúster de una sola vez, sino que se van haciendo particiones sucesivas a distintos niveles de agregación o agrupamiento.

**Método no jerárquico:** Se forman grupos homogéneos, sin establecer relaciones de orden o jerárquicas entre dichos grupos.

**Métodos Solapados:** Un individuo puede pertenecer a dos grupos simultáneamente en alguna de las etapas de clasificación, es exclusivo si se prohíbe a los individuos pertenecer simultáneamente a dos grupos en la misma etapa de clasificación.

**Métodos Secuenciales:** Se aplica el mismo algoritmo en forma recursiva a cada grupo.

**Métodos simultáneos:** Son aquellos en la que la clasificación se logra por una simple y no reiterada operación sobre los individuos.

**Métodos Monotéticos:** Esta basado en una característica única de los objetos a clasificar.

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo es aplicar la técnica de análisis de clúster o de conglomerados a las hectáreas cultivadas de hoja de coca en Colombia en el periodo de 1999 – 2013. Ya que en este periodo de tiempo es el comienzo del mandato de la presidencia ANDRES PASTRANA luego el gobierno de ALVARO URIBE, se escoge este periodo ya que es el comienzo del PLAN COLOMBIA, se escoge el clúster jerárquico ya que se desea es optimizar la solución y no se escoge los clúster de kmedias, ni el bietapico ni el clúster kohonen, ya que estos métodos son a priori y automáticos.

Para tal fin se empleó el procedimiento de método jerárquico, y se seleccionaron tres clúster. Luego esta información se plasmó en el mapa de Colombia. Las bases de datos se encuentran en los informes de la UNODC (Informe de cultivos ilícitos, Colombia), en estas bases de datos se encuentra el número de hectáreas cultivadas por cada departamento.

La metodología empleada por la UNODC, para recopilar esta información es a través de imágenes satelitales y complementada por datos suministrados en terreno por los campesinos. Esta base que se emplea en este estudio se tomó para aplicar un análisis de clúster y lograr vislumbrar la existencia o no de grupos de departamentos en Colombia que cultivan hojas de coca y que presenten similitud en tales cultivos por departamento.

Luego se procedió a graficar las medias por años de los 23 departamentos que hacen parte del informe que presenta la ONU, y se observa que si han disminuido la siembra de hojas de coca en Colombia en el periodo 1999 – 2013 en la mayoría de los departamentos.

La Organización de las Naciones Unidas, monitorea los cultivos ilícitos en Colombia, desde el año 1999 ha realizado censos de cultivos de hoja de coca en Colombia; en el informe: Colombia Monitoreo cultivos de coca

## **INTRODUCCIÓN**

La Organización de las Naciones Unidas en junio del año 2005, afirmó que el cinco por ciento de la población, ha tenido en algún momento de su vida contacto con algún tipo de drogas ilícita. Para el año 2004 las ganancias generadas en el tráfico de sustancias prohibidas fueron de 320.000 millones de dólares, cifra que es superior al Producto Interno Bruto del 90 por ciento de los países del mundo, (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2013). Colombia en este mismo año es calificado como el primer productor internacional de cocaína junto con Afganistán que produjo el 87% del opio a nivel mundial, (BBC Mundo, 2004).

La división internacional del trabajo y la ventaja comparativa han hecho de Colombia un país en que proliferen los cultivos ilícitos, debido a la falta de presencia del estado, los altos índices de pobreza, la falta de educación y la cultura del dinero fácil lo cual desafortunadamente han permitido que las drogas como la cocaína y la marihuana sean las que abastecen la demanda exterior e interior, generando así grandes recursos para la confirmación de pequeñas y grandes redes de distribución. Las medidas tomadas por el gobierno de Colombia para frenar o reducir el tráfico de sustancias ilegales, no han sido eficaces, paralelo a esto en el panorama mundial se evidencia la disminución del precio de la cocaína

.

En Colombia existe una proliferación de cultivos de hoja de coca en casi todo el territorio nacional, 23 de los 32 departamentos con que cuenta el país tienen o tuvieron cultivos de hoja de coca, el 71.8% del territorio nacional cultiva hoja de coca, siendo los departamentos de Nariño y Putumayo los departamentos que cuentan con más áreas cultivadas de hoja de coca. (Informe oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2013).

Los narcóticos se han convertido en un mercado permanente y sofisticado, como mercado estamos hablando de un engranaje, que vincula producción, distribución, oferta y demanda. Los productores están generando ganancias exorbitantes, las cuales son invertidas muchas veces para

financiar grupos al margen de la ley, financiación del terrorismo, lavado de activos, contrabando, trata de personas, entre otras (García Pulgarin, 2010).

La cocaína destruye al individuo en todos sus aspectos, social, económico y psicológico. El principal temor de los estados es la aparición de grandes capitales que se están generando y la conformación de redes delincuenciales a nivel mundial. Los paradigmas en el siglo XXI han cambiado, ya no es un vicio de las clases obreras, delincuentes comunes o violadores, sino que es evidente la creación de una nueva clase social que amenaza la estabilidad política de los países.

Solo en Colombia en el año 2009 se registraron 12.616 presos en las cárceles por delitos de tráfico de drogas que equivale al 17% del total de la población carcelaria en todo el país. (Uprimny y Guzmán, Sistemas sobrecargados - Leyes de drogas y cárceles en América Latina 2010).

### **Análisis Clúster**

El Análisis Clúster es una técnica de la estadística multivariante su principal objetivo es agrupar la información, tratando de lograr la máxima homogeneidad en los grupos formados y la máxima disparidad con los diferentes grupos que se van conformando.

Los resultados no son exactos en la medida que la pertenencia al conglomerado para cualquier número de soluciones depende de muchos elementos como del procedimiento matemático elegido o de concepciones teóricas del analista. (Universidad de Valencia, <https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm>)

En este estudio se escogió el método Ward (método de pérdida de la inercia mínima) ya que este método une los conglomerados, lo que genera que la varianza aumente, permite la articulación de los casos buscando minimizar la varianza dentro de cada grupo. Para ello primero calcula la media de todas las variables en cada conglomerado. Luego calcula la distancia entre cada caso y la media del conglomerado, sumando después las distancias entre todos los casos. Posteriormente

se agrupan los conglomerados que generan menos aumentos en la suma de las distancias dentro de cada conglomerado. Este procedimiento crea grupos homogéneos y con tamaños muy similares.

Se aplicara la técnica de análisis por conglomerados a la cantidad de hectáreas cultivadas de hojas de coca medidas en kilogramos en Colombia en el periodo de 1999-2013.

Se utilizó la técnica de análisis de clúster jerárquico con el método Ward, escogiendo 3 grupos. En el primer conglomerado se encuentra un solo departamento; Putumayo, cuya siembra de hectáreas de hoja de coca supero a la mayoría de departamentos, el segundo clúster lo conformaron 4 departamentos que se encuentran ubicados en la zona centro oriental de Colombia y el tercer clúster con el restante de departamentos. Se unificó la base de datos desde el año 1999 hasta el año 2013 ya que este informe solo cuenta con la base de datos desde el año 2003-2012 y se le anexo el año 2013 de acuerdo al informe de Colombia Monitoreo cultivos de coca 2012 emitido por la Oficina de las Naciones Unidas Contra las Drogas y el Delito informe que es generado por este organismo cada año y que se puede consultar en la siguiente página web:

**[http://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Colombia\\_Monitoreo\\_de\\_Cultivos\\_de\\_Coca\\_2014\\_web.pdf](http://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Colombia_Monitoreo_de_Cultivos_de_Coca_2014_web.pdf)**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el año 2013 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) publico el censo de Cultivos de hojas de coca de Colombia para los años 2006-2012 y en este informe se describen las variaciones en hectáreas en estos años, pero no lo hace con respecto a los años 1999- 2013 y no generan ningún modelo multivariable y no usan la técnica de clúster en ningún informe.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuántos clúster y cuáles son los departamentos en el que se puede dividir la información de acuerdo al número de hectáreas cultivadas de hoja de coca en Colombia en el periodo 1999 a

2013 a partir de la información obtenida por los censos de cultivos de coca, elaborados por la UNODC?

### **OBJETIVO GENERAL**

Emplear el análisis de clúster para determinar el número de conglomerados, según las características comunes respecto al número de hectáreas cultivadas con hoja de coca en Colombia, generados para el periodo 1999 a 2013 a partir de la información obtenida por los estudios que hace en campo y con la ayuda de imágenes satelitales laborados por la UNODC, estudios que abarca desde los años 2002-2012 e implementado la información de la UNODC, desde el periodo de 1999-2013.

### **OBJETIVO ESPECIFICOS**

- Analizar de forma descriptiva e implementar la base de datos desde el año 1999 hasta el año 2013, ya que este informe solo cuenta con la base de datos desde el año 2003-2012 de acuerdo al informe de Colombia Monitoreo cultivos de coca 2012, emitido por la (Oficina de las Naciones Unidas Contra la Drogas y el Delito).
- Aplicar la técnica de análisis por conglomerados a la cantidad de hectáreas cultivadas de hojas de coca en Colombia en los periodos de 1999-2013.
- Determinar el número de clúster y los departamentos que conforman cada clúster y la cantidad sembrada de hoja de coca en cada clúster en el periodo de 1999-2013.
- Resultados del plan Colombia en lo concerniente a la disminución de siembra de hectáreas de hoja de coca.

### **MARCO DE REFERENCIA**

En el año 1909 Estados Unidos organizó la comisión mundial del opio en la ciudad de Shanghai China con el ánimo de hacerle frente y evitar que siguiera proliferando los carteles de opio que se estaban apoderando e inundando el mercado internacional.

Las tropas de soldados norteamericanos que ocupaban las Filipinas en el año 1898 eran en su mayoría adictos al opio como también lo eran los estudiantes en las ciudades estadounidenses.

Este sería el comienzo para que los Estados Unidos promulgaran la lucha antidroga y fuera el abanderado para dar este tipo de lucha y dar ejemplo a todas las naciones sobre el peligro que conllevaba el comercio ilegal de sustancias que causa la dependencia a las personas y que generan grandes dividendos clandestinamente. Aunque no dio el resultado esperado, es a partir de este momento que nace la cooperación internacional, la promulgación de leyes y la conciencia en la sociedad de que cada estado debe declarar la guerra contra el comercio y consumo de sustancias psicoactivas. (Medina Gallego, 2012).

De esta manera nace la ley Harrison en 1914 que prohíbe el consumo del opio y luego se prohíbe el consumo de la cocaína. El consumo de drogas como la cocaína o la marihuana en un comienzo fueron consumidas por la clase obrera, por las comunidades negras, mexicanas y chinas. En esta época el consumo de este tipo de sustancias era frecuente entre los que se consideraban parias, posteriormente el consumo llegó a las clases más altas de la sociedad de Estados Unidos, y fue allí cuando se prendieron las alarmas, (Olmo, 1989).

Ya en los años 60 el consumo se masificó, es en este momento en el que se evidencia que la clase media es la que más consume este tipo de sustancias, en estos años se tolera el uso y abuso de todo tipo de narcóticos. En 1963 el presidente Jhon F. Kennedy recomienda rebajar las sentencias de las condenas causadas por el tráfico ilegal y de aumentar las investigaciones médicas con el ánimo de curar enfermedades. Se comienza hablar de la rehabilitación y tratamientos para la adicción a las drogas. El presidente Kennedy trata de eliminar la oficina de antinarcóticos y concentrarse más en la prevención del consumo y la rehabilitación en el individuo destinando grandes recursos para esto, de esta manera cambia el enfoque y coloca al individuo como el centro de esta política gubernamental, ahora no se mira al drogadicto como a un delincuente, sino que se le observa como una víctima de los narcóticos. (Olmo, 1989).

El presidente Ronald Reagan fue el primer mandatario en declarar el narcotráfico como una problemática internacional. Sin embargo Richard Nixon ya había adelantado campañas radicales contra a las drogas. Los argumentos que se utilizan en esta época ya van más encaminadas a



combatir las organizaciones criminales quienes son los verdaderos beneficiarios del tráfico de drogas. Paralelamente también comienza la restricción a la producción de anfetaminas.

Se crea la DEA para poder contrarrestar y parar el tráfico de sustancias y es cuando Latinoamérica se convierte en este aspecto en un problema para los Estados Unidos

## **PLAN COLOMBIA**

La lucha contra el narcotráfico o la guerra contra las drogas propuesta por el Presidente Ronald Reagan han creado políticas como el plan Colombia en el año de 1999 y el plan Merida en el año 2008 para México. El objetivo principal fue el de dismantelar los grupos insurgentes que se dedicaron al tráfico de cocaína y marihuana. Otro de los objetivos fue el de recuperar el control de estado, reducir al 50% los cultivos de hoja de coca, fortalecer la fuerza pública, disminuir la tasa de desempleo en el país, se permite la realización de acuerdos de libre comercio y también se desmovilizan grupos insurgentes como los paramilitares y se inician los procesos de paz con las FARC, que es considerada la organización criminal más grande después del conocido cartel de Medellín.

Con una inversión inicial de \$ 1.300 millones de Dólares, durante la presidencia de Andrés Pastrana, uno de los resultados que se esperaban era la desarme de las estructuras guerrilleras, sin embargo estos diálogos de paz fracasaron. Para el año 2012, la inversión fue de \$ 8.000 millones de Dólares, según el último informe de Naciones Unidas.

En el año 2010 en Colombia se redujo en un 58% el cultivo de hoja de coca. Los grupos guerrilleros en este periodo habían perdido influencia en muchas regiones del país al mismo tiempo se incrementó el número de violaciones a los derechos humanos, falsos positivos, corrupción dentro de la fuerza pública y desplazamientos en mayor grado.

En los últimos 10 años se redujo notablemente el número de plantaciones de este cultivo, sin embargo hoy en día una hectárea sembrada de hoja de coca produce un 50% más que antes, El plan Colombia fue un éxito en la medida que disminuyo los cultivos de hoja de coca, pero la

tecnología ha vuelto a equilibrar la producción de cocaína. (Aguilar Valenzuela, El Economista, 2012).

En la actualidad el plan Colombia depende ahora del gobierno nacional, se está planteando que este programa sea manejado por el Estado Colombiano para seguir combatiendo las plantaciones de hoja de coca.

Para el año 2013 se calcula que fueron exportadas 1000 toneladas de cocaína entre Colombia, Perú y Bolivia, 170 toneladas fueron decomisadas por los respectivos países. Solo en los Estados Unidos se consumen anualmente 450 toneladas de cocaína. En este periodo se calcula que en Colombia el kilo de cocaína se comercializo en \$700 Dólares y su distribución se cotizó entre \$ 1.700 y \$2.500, en suelo norteamericano el kilo de base de coca es sometido a un proceso de adición con otras sustancias lo que lo convierte en 4 kilogramos de cocaína y que luego son separadas en pequeñas dosis, lo que equivale a \$120.000 dólares. (Aguilar Valenzuela, 2013). En los años 80 un solo gramo de cocaína llego a costar hasta \$ 800 Dólares, hoy en día ese mismo gramo cuesta \$ 100 Dólares.

## **MARCO TEÓRICO**

El análisis clúster contiene las siguientes características:

- Todo elemento pertenezca a uno y solo a uno de los grupos.
- Todo elemento quede clasificado.
- Cada grupo sea internamente lo más homogéneo posible.

Las soluciones no son únicas y se pueden obtener muchas y diferentes dependiendo de la técnica utilizada. El número de clúster se puede decidir con relación a consideraciones teóricas, conceptuales o prácticas, en las cuales el investigador es el que decide tal número.

La distancia entre los objetos es lo más importante ya que los objetos con distancias mínimas se agruparan dentro del mismo clúster y viceversa. Los métodos no jerárquicos se diferencian de los métodos jerárquicos en que el investigador debe especificar a priori los grupos que deben ser formados y a continuación se enumerara los de diferentes métodos que existen para optimizar el análisis de clúster.

La aplicación del método por el análisis de conglomerados tiene muchas utilidades en diferentes campos como por ejemplo el de la Economía o cuando se hacen estudios de mercados ya que esta técnica sirve para segmentar y agrupar los datos, poderlos analizar y dividir la información para hacerla más comprensible.

En este apartado se presenta brevemente cuales son las características generales que tiene tales métodos. No se va a profundizar en su metodología ya que el propósito de este trabajo es poder hallar el número relevante para la identificación de departamentos con similitudes en el cultivo de hojas de coca. El método escogido es el de conglomerados jerárquicos aplicados con el método Ward y la distancia euclídea al cuadrado.

#### **DISTANCIAS UTILIZADAS PARA HALLAR LOS CLUSTER**

**Distancia Euclídea:** La distancia euclídea es la disimilaridad más conocida y más sencilla, pues es la distancia métrica que nosotros conocemos.

**Distancia Euclidiana Normalizada:** Esta distancia solventa el inconveniente de los efectos de las unidades, son unas medidas que se toman para las distintas variables y se obtiene una distancia que no dependerá de las unidades de medida.

**Distancia De Mahalanobish:** La distancia de Mahalanobis posee la característica de ser invariante con respecto a los cambios de escala y a la tipificación.

**Distancia Ward:** La distancia entre un grupo y un individuo como la menor de las distancias entre los individuos del grupo y el individuo exterior considerado. Ward propuso una técnica que en la práctica ha conseguido muy buenos resultados y esta técnica consiste en que no existe pérdida de información que se produce al intentar integrar los distintos objetos o datos en la creación de los clúster, está pérdida de información él logro cuantificarla y lo hizo a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada objeto, produciendo más homogeneidad entre los clúster. Este método en la práctica es mucho mejor que los métodos de mínimos, máximos, medias y los centroides.

Para el análisis clúster. Kuiper y Fisher probaron que este método era mejor que los métodos mínimo, máximo, media y centroide y porque se minimiza la varianza intergrupar y maximiza la homogeneidad que existe en el interior o dentro de los grupos conformados, la distancia euclídea al cuadrado se usó por criterio del método Ward.

El dendograma es una ayuda y es una representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis clúster. (Universidad de Valencia, INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS CLUSTER, <https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm>)

## **MARCO LEGAL**

- Ley 11 de 1920 y la Ley 118 de 1928, regulan de manera general la importación y venta de drogas, control sobre la producción y el tráfico de estupefacientes.
- Decreto 1377 de 1930, se prohíbe la importación, venta de marihuana.
- Código Penal de 1936, se sanciona la elaboración, distribución, venta o suministro de sustancias narcóticas.
- Ley 45 de 1946 modifica el Código Penal, cambia la expresión “sustancias narcóticas” por “drogas estupefacientes”.
- Ley 30 de 1986 aparece la Dirección Nacional de Estupefacientes como Unidad Administrativa Especial adscrita al Ministerio de Justicia, encargada de coordinar el desarrollo la ejecución de políticas adoptadas por el Gobierno Nacional para la lucha contra las drogas.
- Establece destinación provisional al servicio oficial o entidades de beneficio común, arriendo o depósito sobre bienes vinculados por narcotráfico. Régimen del Consejo Nacional de Estupefacientes. Depósito preferente a quien tuviere un derecho lícito demostrado legalmente sobre el bien.
- Ley 333 de 1996 o de Extinción de Dominio, se deroga ley de extradición.
- El Acto Legislativo No. 01 de 1997 que reformó el artículo 35 de la Constitución y el Decreto No. 1575 del 18 de junio de 1997 que establece la estructura interna de la Dirección Nacional de Estupefacientes.

- Decreto 2272 de 1991 Artículo 2º, adopta el Sistema de destinación de bienes incautados. Régimen de la Dirección Nacional de Estupefacientes.
- Resolución No. 0002 del 14 de julio de 1997 del Consejo Nacional de Estupefacientes, establece la normatividad para el funcionamiento del Fondo de Rehabilitación, Inversión Social y Lucha contra el Crimen Organizado.
- Decreto 1036 del 10 de junio de 1998, se entrega el inventario de bienes decomisados de procedencia ilegal.
- Ley 785 de 2002 por la cual se dictan normas relacionadas con la administración de bienes incautados
- Ley 793 de 2002, crea la acción de extinción de dominio.
- Ley 1330 de 2009, estableció un trámite abreviado para aquellas personas que colaboren con la justicia.
- Ley 1395 de 2010, adopta mecanismos de descongestión judicial.

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **Tipo De Estudio**

Este trabajo es de tipo descriptivo ya que muestra el número de hectáreas sembradas de hoja de coca en cada departamento en el territorio Colombiano en el periodo de 1999 a 2013.

## **VARIABLE DE ESTUDIO**

Hectáreas cultivadas de hoja de coca en Colombia durante los años 1999 a 2013 en los 23 departamentos de acuerdo al informe de la UNODC, cuyos departamentos son:

- Nariño
- Putumayo
- Norte de Santander
- Cauca
- Guaviare
- Caquetá
- Choco

- Antioquia
- Meta
- Bolívar
- Vichada
- Córdoba
- Valle del Cauca
- Guainía
- Vaupés
- Santander
- Amazonas
- Magdalena
- Caldas
- Boyacá
- Guajira
- Cundinamarca

## **DISEÑO ESTADISTICO**

La información del presente trabajo se obtuvo de los censos de cultivos de hoja de coca en Colombia elaborados por la UNODC, se les aplicó un análisis estadístico descriptivo exploratorio con el fin de apreciar el comportamiento de los datos y mirar si existen datos atípicos.

Se empleó la técnica de análisis de conglomerados jerárquico con el fin determinar los grupos en que se aglomera la información para así poder vislumbrar los departamentos que cultivan hojas de coca, los departamentos que menos cultivan, hasta los departamentos que no cultivan en forma significativa y poder determinar si la hay, que características comunes tienen estos departamentos.

Luego se ubicaron los clúster en el mapa de Colombia para poder vislumbrar mejor la información suministrada por el método de análisis de clúster aplicado, también se optó por la

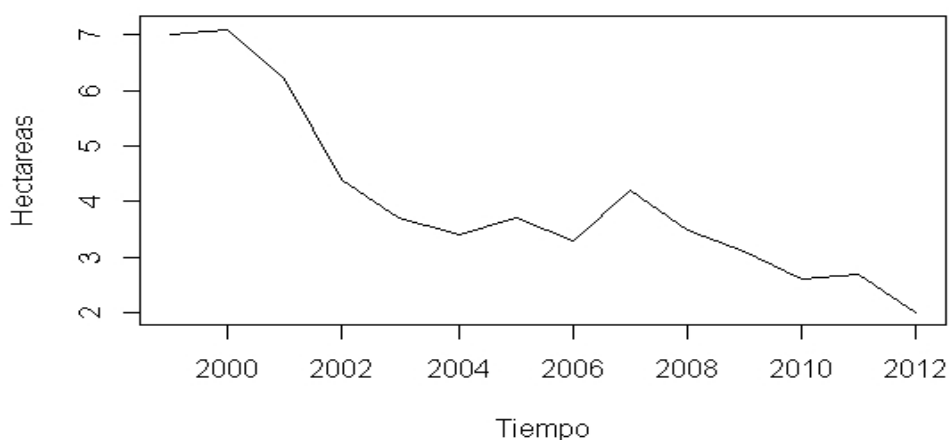
*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 23*

distancia Ward que homogenizan las distancias entre los grupos y una vez agrupados se nombró que departamentos son los que hacen parte de cada clúster.

La finalidad de este trabajo es enumerar las características que comparten los departamentos que son productores de hoja de coca y mostrar en forma gráfica cómo están distribuidos en territorio nacional. Para estos análisis se utilizó el programa estadístico R.

**Grafica No 1**

***Media cultivo de hoja de coca en Ha.***



Fuente Autor.

Grafica 1. Se observa una disminución, se graficó el promedio por año del total de cultivos de hojas de coca para los años de 1999 a 2013.

**ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

Este análisis nos permitirá observar los Mínimos en la siembra de cultivos de hoja de coca que se evidencian en los años de 1999, 2009, 2012 y 2013, pues en estos años según la UNDOC este cultivo en Colombia en algunos departamentos fue de cero hectáreas sembradas. La Media más importante fue en los años 2001 y 2008. Los Máximos se presentaron en los años de 1990, 2000 y 2001.

**Tabla No 1**

***Estadística descriptiva por años, en base a las hectáreas cultivadas de hoja de coca***

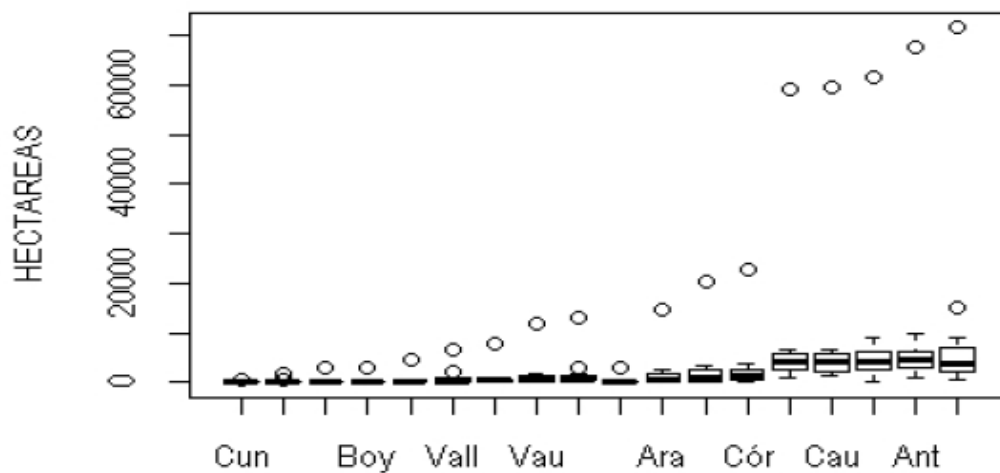
AÑO	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Suma
p1999	7032,00	658,00	0	58297	161736
p2000	7096,61	1493,00	54	66022	163222
p2001	6298,30	1918,00	22	47120	144861
p2002	4453,35	1485,00	54	27381	102427
p2003	3753,91	838,00	37	17628	86340
p2004	3493,48	1266,00	45	18740	80350
p2005	3728,26	1025,00	28	17305	85750
p2006	3385,65	866,00	120	15606	77870
p2007	4299,96	1858,00	56	20259	98899
p2008	3519,48	2089,00	12	19612	80948
p2009	3179,96	1789,00	0	17639	73139
p2010	2687,48	1889,00	32	15951	61812
p2011	2772,26	1088,00	16	17231	63762
p2012	2077,30	1046,00	0	10733	47778
p2013	2189,82	576,00	6	13177	48176

Los años 1999, 2000 y 2001 son los años en que se presentó un máximo cultivo de hoja de coca, los departamentos que más cultivan hojas de coca por hectárea, son Nariño, Meta, Putumayo, y Guaviare y los menos que cultivan hojas de coca, los departamentos de la Guajira, Cundinamarca, y Caldas. También llama la atención el comportamiento de los departamentos como el Vichada, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Arauca y Caldas, de acuerdo a la información suministrada, presentan años en que no hubo cultivos de hoja de coca y otros en los que si hubo una gran producción la misma.



**Grafica No 2**

**Boxplot, cultivos de hojas de coca en el periodo de 1999-2013 se muestra el total de siembra de hoja de coca por hectárea de acuerdo a cada departamento.**



Fuente: Autor Guillermo Amaya.

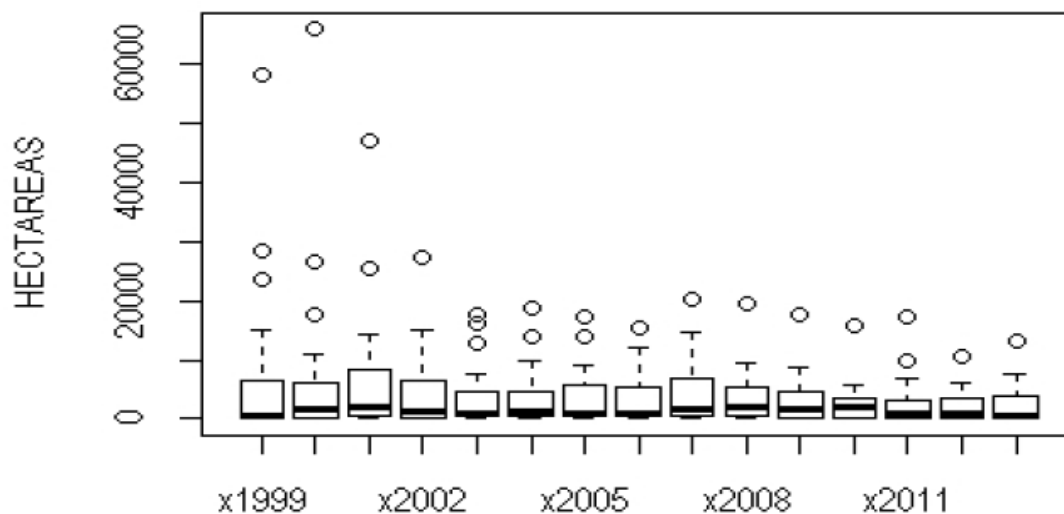
Esta grafica me permite identificar la mediana, los puntos que sobresalen de las cajas son los datos atípicos. De acuerdo a la gráfica 2, podemos observar la presencia de datos atípicos y estos son los departamentos que superaron el promedio de cultivo de hoja de coca por departamento, Antioquia es el que tiene un dato atípico muy importante.

Todos los departamentos comparten unos mínimos similares, pero no podemos decir lo mismo de los máximos, ya que es allí donde comienzan a presentarse grandes diferencias. El mismo comportamiento se observa en los departamentos presentan mucho datos atípicos, lo que significa que hubo un auge de producción de cultivo de hoja de coca muy superior al comportamiento normal en estos departamentos.

Podemos diferenciar en esta etapa que puede que existan 2 clúster, uno que reúna los departamentos que tienen grandes cultivos de hoja de coca por hectáreas. El otro clúster es el que reúne los departamentos que en sus comportamientos son mucho más homogéneos donde casi el mínimo y el máximo son iguales.

**Grafica No 3**

**Boxplot del periodo de 1999 al 2013, del total de hectareas cultivadas de hoja de coca.**



Este tipo de grafico es llamado de cajas y bigotes me muestra la mediana y los puntos son los datos atípicos.

De acuerdo al siguiente gráfico se observa que en los años 1999, 2000, 2001 y 2002, se presenta más datos atípicos comparados con los siguientes años, lo que nos indica que existieron más cultivos de hoja de coca que lo normal y que esta producción fue excesiva. A partir del año 2003 se observa una disminución drástica en la presencia de datos atípicos en los cultivos debido a los duros golpes que recibieron los carteles de droga que operan en estas zonas por parte del Gobierno nacional.

Los valores mínimos en los años 1999-2013 son muy parecidos, la media o promedio también parece que se comporta de igual forma, los valores máximos muestran una diferencia importante como también los valores atípicos. El año 1999 y el año 2003 tienen mucha presencia, a partir de esta fecha comienza a disminuir en forma drástica. Se puede decir que los años 1999-2000 son los años en los que se produjo más cultivos de hoja de coca en Colombia y los años que se produjo menos hectáreas de cultivos de hoja de coca son los años 2012 y 2013.

## **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS POR CLUSTER**

El dendograma del clúster del estudio de cultivo de hojas de coca sembradas en Colombia en el periodo comprendido entre 1999-2013 representa los datos en forma de árbol organizando los departamentos en subcategorías que se van dividiendo en otros hasta llegar al hasta llegar a un nivel óptimo. Este tipo de gráfico permite apreciar claramente las relaciones de agrupación entre los departamentos e incluso entre grupos de departamentos mostrando similaridad o cercanía entre categorías. Observando las sucesivas subdivisiones podemos hacernos una idea sobre los criterios de agrupación de los mismos, la distancia entre los datos según las relaciones establecidas.

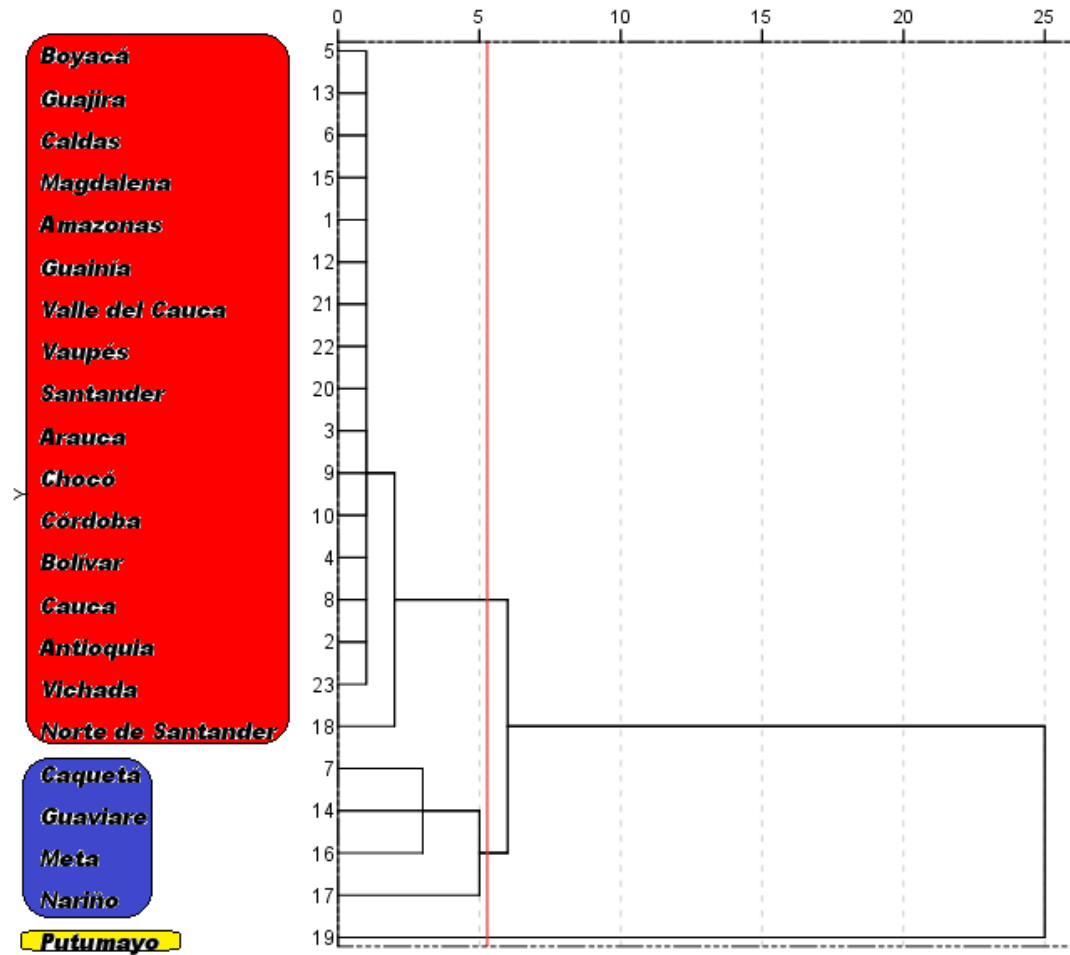
Un primer examen del dendograma nos indica que la diferencia entre los grupos es más o menos amplia ya que la unión de los mismos se va realizando en diferentes niveles de escala, siendo la unión final en el último valor posible.

El dendograma además, identifica en forma visual la existencia de casos atípicos, donde un dato atípico es un dato que se unió posteriormente. En este caso es el departamento del Putumayo, sin embargo, se opta por incluirlo por lo tanto putumayo pertenece al grupo 3.

El primer clúster lo conforma solo un departamento, el segundo clúster lo conforman 4 departamentos y el tercer clúster los conforma 18 departamentos, en total 23 departamentos, cultivan hojas de coca.

**Grafica No 4**

*Dendograma, el color amarillo es el primer clúster, el color azul es el segundo clúster, el color rojo es el tercer clúster*



*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 29*

**Tabla No 2**

**Resultado del primer clúster**

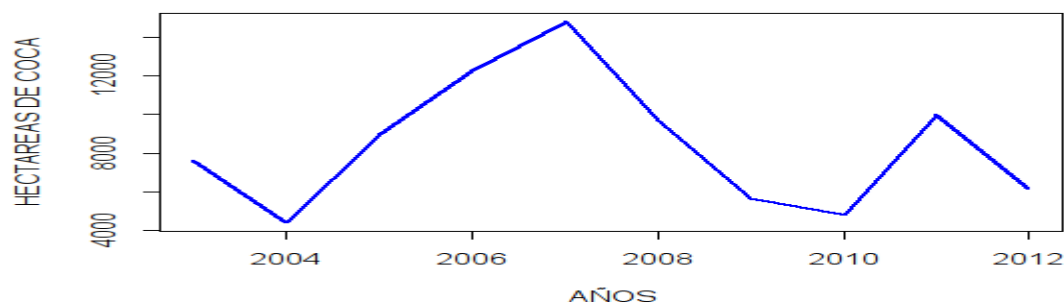
AÑO	PUTUMAYO
1999	58297
2000	66022
2001	47120
2002	13725
2003	7559
2004	4386
2005	8963
2006	12254
2007	14813
2008	9658
2009	5633
2010	4785
2011	9951
2012	6148
2013	7667
mediana	9658
promedio	18465

Fuente Autor

El primer grupo que pertenece el departamento del putumayo, cultiva 18.465 hectáreas de hoja de coca en promedio y el total de hojas de coca cultivadas en el periodo de 1999-2013 fueron de 276.981 hectáreas. El siguiente grafico nos muestra los cultivos de hojas de coca han disminuido, teniendo su máxima producción en el periodo de 2004-2007 el mayor auge de siembra de cultivos de hojas de coca en el país.

**Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 30**

**Grafica No 4**



**Putumayo  
o primer  
clúster,  
grafico de  
la media  
a través**

**de los años.**

Fuente Autor

**Tabla No 3**

**Resultado del segundo clúster.**

departamento	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	total	mediana	promedio
Meta	11384	11123	11425	9222	12814	18740	17305	11063	10386	5525	4469	3008	3040	2699	132203	10724,5	9443,071
Guaviare	28435	17619	25553	27381	16163	9769	8658	9477	9299	6629	8660	5701	6839	3851	184034	9388	13145,29
Caquetá	23718	26603	14516	8412	7230	6500	4988	4967	6318	4303	3985	2578	3327	3695	121140	5653	8652,857
Nariño	3959	9343	7494	15131	17628	14154	13875	15606	20259	19612	17639	15951	17231	10733	198615	15368,5	14186,79
total	67496	64688	58988	60146	53835	49163	44826	41113	46262	36069	34753	27238	30437	20978	635992		
mediana	23718	17619	14516	15131	16163	14154	13875	11063	10386	6629	8660	5701	6839	3851			
media	16874	16172	14747	15036,5	13458,75	12290,75	11206,5	10278,25	11565,5	9017,25	8688,25	6809,5	7609,25	5244,5			

Fuente Autor

Lo conforman 4 departamentos con un área cultivada de hoja de coca de 635992 hectáreas. El departamento que contiene más áreas de cultivo de hojas de coca, es el departamento del Nariño y el departamento que contiene menos hectáreas cultivadas es el departamento de Caquetá. El año en el que se cultivaron más hojas de coca fue en el año 1999 y el año que se cultivó menos fue el 2012.

# *Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años 1999 Al 2013 31*

Putumayo no hace parte de este clúster es por el hecho de que el total de cultivos de hoja de coca fue de 276.981 cifra que es superior a los observados a los departamentos que hacen parte del segundo clúster, no existe ningún departamento que se acerque a este mismo nivel de producción en los concerniente en el periodo.

## **RESULTADO DEL TERCER CLÚSTER**

**Tabla No 4**

departamento	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	total	mediana	promedio
Cundinamarca	0	66	22	57	57	71	56	120	131	12	0	32	18	0		642	44	46
Caldas	54	54	54	54	54	358	189	461	56	187	186	46	46	16	8	1823	54	122
Antioquia	3644	2547	3171	3030	4273	5168	6414	6157	9926	6096	5096	5350	3104	2725	991	67692	4273	4513
Guajira	0	321	385	354	275	556	329	166	87	160	182	134	16	10	6	2981	166	199
Boyacá	0	322	245	118	594	359	342	441	79	197	204	105	93	10	17	3126	197	208
Magdalena	521	200	480	644	484	706	213	271	278	391	169	121	46	37	37	4598	271	307
Valle del Cauca	0	76	184	111	37	45	28	281	453	2089	997	665	981	482	398	6827	281	455
Amazonas	658	658	532	784	625	783	897	692	541	836	312	338	122	98	110	7986	625	532
Vaupés	1014	1493	1918	1485	1157	1084	671	460	307	557	395	721	277	254	184	11977	671	798
Santander	0	2826	415	463	632	1124	981	866	1325	1791	1066	673	595	111	77	12945	673	863
Guainía	0	853	1318	749	726	721	752	753	623	625	606	446	318	301	81	8872	625	591
Arauca	0	978	2749	2214	539	1552	1883	1306	2116	447	430	247	132	82	69	14744	539	983
Chocó	302	250	354	302	453	323	1025	816	1080	2794	1789	3158	2511	3429	1661	20247	1025	1350
Córdoba	1920	117	652	385	838	1536	3136	1216	1858	1710	3113	3889	1088	1046	439	22943	1216	1530
Bolívar	6500	5960	4824	2735	4470	3402	3670	2382	5632	5847	5346	3324	2207	1968	925	59192	3670	3946
Cauca	6291	4576	3139	2120	1443	1266	2705	2104	4168	5422	6597	5908	6066	4325	3326	59456	4168	3964
Viçhada	0	4935	9166	4910	3818	4692	7826	5523	7218	3174	3228	2743	2264	1242	713	61452	3818	4097
Norte de Santander	15039	6280	9145	8041	4471	3055	844	488	1946	2886	3037	1889	3490	4516	6345	71472	3490	4765
total	35943	32512	38753	28556	24946	26801	31961	24503	37824	35221	32753	29789	23374	20652	15387			
mediana	178	756	592	697	629	934	871	723	852	1273	802	669	457	278	184			
promedio	1997	1806	2153	1586	1386	1489	1776	1361	2101	1957	1820	1655	1299	1147	905			

### ***Tercer Clúster***

Fuente: Autor Guillermo Amaya.

El territorio colombiano está compuesto por 32 departamentos de los cuales 23 cultivan hoja de coca y 18 hacen parte del tercer clúster. El departamento que presenta más cultivos de hoja de coca es el departamento del Norte De Santander con un estimado de 71.472 hectáreas y el departamento que contiene menos cultivos es el departamento de Cundinamarca con un estimativo de 642 hectáreas el año que presenta más cultivos de hojas de coca es el año 2001 con un total de 38.753 hectáreas

## **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

Si graficamos la información de cada clúster en el mapa de Colombia tenemos que el color rojo que representa el tercer clúster, abarca gran parte de territorio y consta de 18 departamentos,

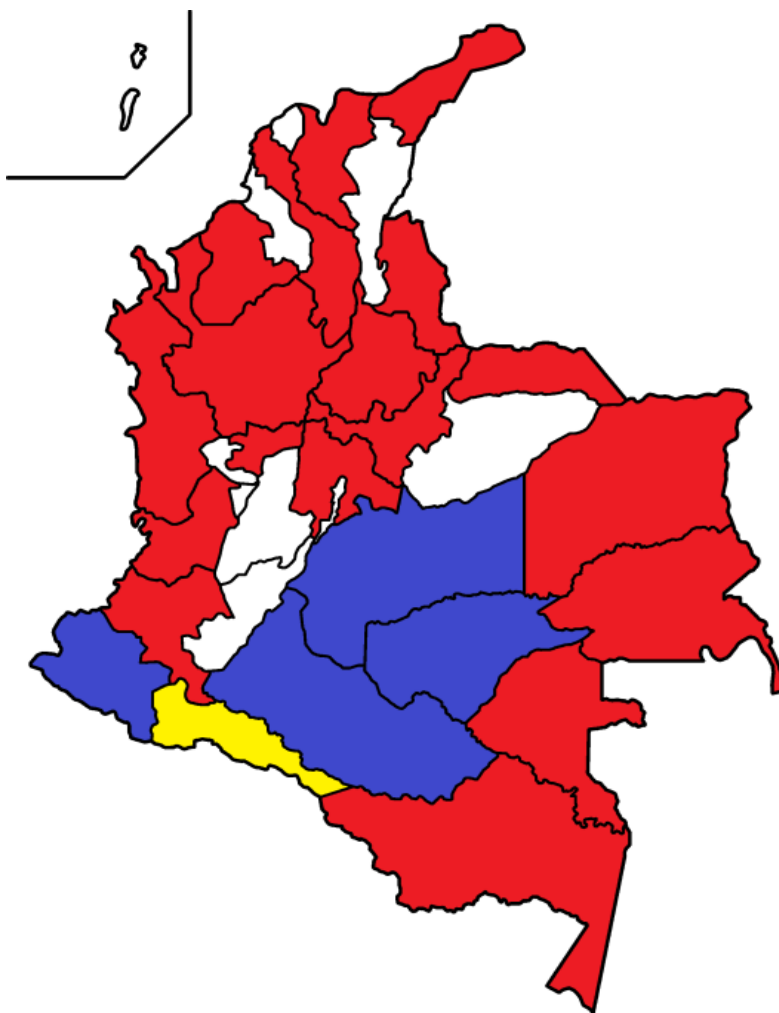
*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 32*

este clúster es el menos representativo ya que no se cultiva de manera importante en comparación con los demás clúster, aunque es el de mayor extensión no es el de mayor siembra de hoja de coca, pero es evidente que existen grupos al margen de la ley en estas zonas de Colombia.

El segundo clúster lo representa el color azul con tan solo 4 departamentos y finalmente el primer clúster que es de color amarillo que representa al departamento del Putumayo. La unión de estos dos clúster aportan casi el 70% del total de cultivos de hoja de coca en el país y están concentrado en el sur occidente colombiano próximo al océano pacifico y a la frontera con Ecuador. Por razones geográficas la costa pacífica (Tumaco y Buenaventura), es el corredor por donde sale la base de coca al exterior rumbo a Estados Unidos principalmente, este país es el mercado más amplio de consumidores de cocaína.

***Foto No 1***

***Representación de los clúster en el mapa de Colombia.***





*Análisis de Clúster para las Hectáreas Cultivadas de hoja de Coca en Colombia en los años  
1999 Al 2013 33*

**Tabla No 5**

**Mapa De Colombia con los clúster**

RESUMEN	clúster	clúster	clúster
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	1	4	18
%TOTAL DEPARTAMENTOS	4.34	17.4	78.26
%TOTAL DE CULTIVOS	20	47.8	32

Fuente: Autor Guillermo Amaya.

## **CONCLUSIONES**

La disminución de hectáreas de cultivos de hoja de coca en Colombia en periodo de 1999 a 2013, podría atribuirse al éxito del plan Colombia. Hay que tener en cuenta que actualmente existe una proliferación de otras clases de drogas como las metanfetaminas, el éxtasis, las drogas sintéticas y estas sustancias no necesitan de grandes volúmenes de hectáreas.

Los clúster en que se puede dividir la información son tres; el primer clúster lo conforma el departamento del Putumayo, el segundo clúster los departamentos de Nariño, Meta, Caquetá y Guaviare, el tercer clúster lo conforman los departamentos de Cundinamarca, Caldas, Guajira, Boyacá, Magdalena, Valle del cauca, Amazonas, Guañía, Vaupés, Santander, Arauca, Norte De Santander, Antioquia, Vichada, Cauca, Bolívar, Córdoba, Choco.

En el periodo de 1999 a 2013 el primer clúster apporto el 20% (276.981 hectáreas cultivadas) del total de producción de hoja de coca en Colombia, el segundo con 47.8% (661.114 hectáreas cultivadas) y por último el tercer clúster con un aporte del 32% (443.618 hectáreas cultivadas).

El total de producción de hoja de coca en Colombia el periodo de 1999 a 2013 fue de 1.381.713 hectáreas cultivadas. Tan solo el primer y segundo clúster aportó 938.095 hectáreas de hojas de coca en este periodo de acuerdo al informe de la UNDOC (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito) en su informe Colombia Monitoreo Cultivos de Coca, 2006,2012, 2013.

Este trabajo puede actualizarse hasta el año 2016 y compararse con los diferentes periodos presidenciales y también se puede comparar los clúster por periodos, para mirar como los clúster varían o siguen siendo iguales.

En el año 2013 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) publico el censo de Cultivos de hojas de coca de Colombia para los años 2006-2012, este trabajo unifico las bases de datos de los años 1999- 2013 y genero el clúster.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Análisis Clúster. En S. De la Fuente Fernández, Faculta de Ciencias Económicas y Empresariales Madrid, España.
- Aguilar Valenzuela, Producción de cocaína, el economista,  
<http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-politica/2012/08/05/produccion-cocaína>.
- Álex García Pulgarín, Narcotráfico en Colombia: un problema creado en otra parte,  
<https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/red/article/download/8637/7971>.
- Uprimny y Guzmán, Sistemas sobrecargados - Leyes de drogas y cárceles en América Latina, <http://www.bancodeinjusticias.org.br/wp-content/uploads/2011/11/TNI-e-WOLA-Sistemas-Sobrecargados-Leyes-de-Drogas-y-C%C3%A1rceles-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
- Colombia Monitoreo de Cultivos de Coca 2012, Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2013, Bogotá.
- Medina Gallego, C. (2012). Mafia y Narcotráfico en Colombia. En C. L. Sociales, El Prisma de las seguridad de en América Latina. Escenarios regionales y locales  
Olmo, R. (Julio-Agosto de 1989). Drogas: Distorsiones y Realidades. Nueva Sociedad (102), 81-93.Universidad Autónoma de Madrid. (2011)
- National institute on drug abuse. Consultado el abril 7, 2015, de la página nacional de estados unidos, en <http://www.drugabuse.gov/32>
- Polo Democrático Alternativo. (11 de Noviembre de 2000). Moir. Recuperado el 31 de Enero de 2014 de la página del partido del polo democrático  
<http://www.moir.org.co/SOBRE-EL-PLAN-COLOMBIA.html>.
- Recuperado el 31 de Enero de 2014, de la página de la BBC mundo en

<http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/international/newsid4634000=4634475:stm>

- Tribín Piedrahita, G. (s.f.). Actualidad Internacional y Latinoamericana.
- Dendograma (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 16 de diciembre de 2013 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Dendrograma>